

Evaluation de la résistance de lignées mutantes de sorgho contre *Striga hermonthica* (Del.) Benth. au Burkina Faso

Tinkoudougou Cathérine SAWADOGO/ILBOUDO^{1&2}, Hamidou TRAORÉ²,
Djibril YONLP, Joseph Issaka BOUSSIM³, Mitchell TUINSTR⁴

Résumé

Striga hermonthica (Del.) Benth., mauvaise herbe parasite constitue une contrainte biotique majeure pour la production des cultures céréalières, en particulier celle du sorgho. Au Burkina Faso, le sorgho occupe le premier rang parmi les cultures vivrières, en termes de superficies emblavées et de consommation par habitant. Cette étude a consisté à évaluer *in vitro*, en serre et dans les conditions réelles du champ, 31 lignées mutantes de sorgho vis-à-vis du parasitisme du *S. hermonthica*. Les lignées mutantes Sb0937-1 et Sb3105-2 ont été révélées *in vitro* comme faibles productrices de stimulant de germination des graines du *Striga*. En serre, le nombre de *Striga* émergés 60 jours après le semis (JAS) (5 plants/pot) et 90 JAS (10 plants/pot) a significativement été réduit dans les pots de la lignée mutante Sb2311-1. Les plants de *Striga* ont tardivement émergé au champ dans les parcelles de Sb0937-1 et Sb3105-2 si bien que le délai d'émergence a été de 120 JAS en 2015. Ces résultats ont révélé que les trois lignées mutantes Sb0937-1, Sb3105-2 et Sb2311-1 seraient résistantes ou tolérantes au *S. hermonthica* et de ce fait, la mise en culture de chacune d'elles contribuerait à diminuer considérablement la densité du parasite sur les parcelles. Des perspectives de transfert du ou des gènes responsables de cette résistance / tolérance dans les génomes de ces lignées mutantes aux variétés améliorées de sorgho préférées par les producteurs locaux sont en cours.

Mots-clés : Sorgho, *Striga hermonthica*, résistance, culture hôte, mutagénèse.

Screening of sorghum mutant lines for resistance to *Striga hermonthica* (Del.) Benth. in Burkina Faso

Abstract

Striga hermonthica (Del.) Benth is a parasitic weed that creates a major constraint to cereal productions such as sorghum. In Burkina Faso, sorghum ranks first among cereals, in terms of cultivated areas and human consumption per capita. This study was to evaluate *Striga* parasitism on 31 sorghum mutant lines. Experimental assays performed under bio-assay greenhouse and 2-year field conditions were carried out. The mutant lines Sb0937-1, Sb3105-2 were low producers of *Striga* germination stimulant *in vitro*. In the screenhouse conditions, the mutant Sb2311-1 was leading with two resistant controls to having significantly low numbers of *Striga* 60 DAS (5 plants/pot) and featured the lowest number of *Striga* to 90 DAS (10 plants/pot). Significant late emergences of *Striga* plants were observed in field conditions in plots of Sb0937-1 et Sb3105-2 so that emergence delay was up to 120 DAS in 2015. These results revealed that the three mutant lines would be resistant or tolerant to *S. hermonthica* and therefore, the growing of each of them should contribute reducing highly the density of the parasite in the field. Prospects for the transfer of gene (s) inducing this *Striga*-resistance/tolerance from mutant lines to improved Sorghum varieties preferred by local farmers are on-going.

Keywords: Sorghum, *Striga hermonthica*, host crop, resistance, mutagenesis.

¹ Institut de Recherche en Sciences Appliquées et Technologies, Département Substances Naturelles, 03 BP 7047 Ouagadougou 03, e-mail : icatherine40@yahoo.fr, Burkina Faso ;

² Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles, 04 B.P. 8645 Ouagadougou 04, Burkina Faso ;

³ Université de Ouagadougou, Unité de formation et de recherche en sciences de la vie et de la terre, 03 BP. 7021 Ouagadougou 03, Burkina Faso ;

⁴ University of Purdue, Department of Agronomy, Lilly Hall of Life Sciences, 915 W. State Street, West Lafayette, IN 47907-2054.

Introduction

Le genre *Striga* appartenant à la famille des *Scrophulariacées* comporte les mauvaises herbes les plus dévastatrices des cultures sur le plan mondial. Il se rencontre en Amérique, Asie, Australie et surtout en Afrique. Exceptée *S. euphrasioides*, les espèces du genre *Striga* sont des plantes parasites épirhizes, incapables d'accomplir leur cycle biologique en absence d'une angiosperme herbacée (RAYNAL-ROQUES, 1993). Le *Striga*, considéré comme 'voleur' d'aliments nutritifs de ses hôtes, altère le développement des plantes attaquées et les rend chétives à la suite de sa fixation sur leurs systèmes racinaires. Le *Striga* pousse sur tous les types de sol au Burkina Faso (BOUSSIM, 2002) et les caractéristiques botaniques de 13 espèces inventoriées sur l'ensemble du territoire, ont été décrites (BOUSSIM *et al.*, 2011). *S. hermonthica*, est l'espèce la plus économiquement importante et la plus répandue en Afrique de l'ouest, de l'est et centrale. En Afrique occidentale, elle infeste 64% des terres emblavées pour la production des céréales (GRESSEL *et al.*, 2004). Le Burkina Faso fait partie des pays de l'Afrique sub-saharienne qui enregistrent d'importantes pertes de productions agricoles dues au parasitisme du *Striga*. En effet, une superficie de 1 319 000 ha est affectée par l'infestation de *S. hermonthica*, causant une perte moyenne de 710 000 à 820 000 t grains/an, correspondant à 35-40 % des productions de sorgho et du mil (GRESSEL *et al.*, 2004). Toutefois, ces pertes ont été évaluées à 41 - 75 % dans la région du Centre par ZOMBRE et NIKIEMA (1992) et, à 28 % à 55% à l'Est du pays par TRAORE et YONLI (1999). Selon CTA (2008), LAWANE *et al.* (2010), le *Striga* est capable de réduire de plus de la moitié les rendements des cultures hôtes, et parfois cause 100% de perte de récolte. *S. hermonthica* affecte le sorgho, le mil et le maïs et peut également attaquer d'autres plantes, comme l'Eleusine cultivée, le riz, la canne à sucre, l'herbe du Soudan et le napier (CTA, 2008). Ces graines peuvent rester viables dans le sol pendant plus de 10 ans (LAWANE, 2010). En plus des pertes liées au *S. hermonthica*, s'ajoutent celles causées par la variabilité climatique, la pauvreté des sols et les autres mauvaises herbes hypothéquant ainsi l'auto-suffisance alimentaire malgré l'importance des superficies mise en cultures céréalières. Au Burkina Faso, des travaux de recherches ont été menés sur des méthodes de lutte contre *S. hermonthica* (TRAORE *et al.*, 2001; KAMBOU *et al.*, 2003 ; HESS *et al.*, 2004 ; YONLI *et al.*, 2005 ; YONLI, 2006; TRAORE *et al.*, 2011). Plusieurs méthodes telles que l'arrachage et le sarclage manuels, l'application de la fumure organique dans les champs, l'utilisation des cosses de néré, l'épandage des résidus des amandes de karité, la rotation culturale et la mise en jachère ont été développées (BOUSSIM *et al.*, 2011). Le semis précoce, le buttage, l'utilisation de la cendre de *Striga*, de la poudre d'écorce d'*Acacia gourmaensis* Bark et de la graisse de chèvre noire sont des techniques endogènes de lutte contre le *Striga* à l'est du Burkina Faso (TRAORE et YONLI, 2001). Malgré la pratique de ces méthodes endogènes, le *Striga* sévit et prend de l'ampleur. La sélection variétale des cultures hôtes pour leur résistance au *Striga* serait le moyen de lutte le plus économique contre ce parasite (VASUDEVA RAO, 1985; ARNAUD *et al.*, 1999).

La présente étude porte sur le criblage de lignées mutantes de sorgho obtenues par la mutagenèse induite de la variété BTX623. Elle vise ainsi à évaluer la résistance de ces mutants au *Striga hermonthica in vitro*, sous serre et en conditions naturelles en vue de contribuer à la réduction des dégâts causés par cette plante parasite.

Matériel et méthodes

Milieu d'étude

Le criblage des lignées mutantes et des variétés de sorgho dans les conditions de serre, a été effectué à la station de recherche de Kamboinsé. Par contre, le criblage dans les conditions naturelles a été conduit en 2014 et 2015 sur un sol ferrugineux lessivé à la station de recherches de Kouaré (11 °95'03" Nord et 0°30' 58" Est, altitude de 850 m), localisée dans la région de l'Est du Burkina Faso.

Matériel

Trente-un (31) lignées mutantes générées à partir de la variété BTX623 de sorgho par mutation induite sous l'effet de l'agent mutagène méthane sulfonate d'éthyle (EMS) et sept (7) variétés à savoir Framida, ICSV 1049, SRN 39, Sarioso 14, Grinkan, BTX 623 et Macia ont été évaluées pour leur résistance au *S. hermonthica*. Des graines de *S. hermonthica* récoltées dans des champs de sorgho du village de Kouaré durant la campagne 2008-2009 ont été utilisées pour les tests de criblage dans les conditions de laboratoire et de serre. Des pots plastiques dont le diamètre supérieur est de 30 cm, le diamètre inférieur de 22 cm, la hauteur est de 30 cm avec un volume total de 15 litres ont été utilisés pour la culture de sorgho et du *S. hermonthica*. Le substrat de culture utilisé est un mélange de 2 volumes de terre pour un (1) volume de sable (2v/1v).

Méthodes

Pour le criblage *in vitro*, la méthode gel-agar développée par HESS *et al.* (1992), a été utilisée. Les graines de *Striga* ont été désinfectées à l'éthanol 70° et à l'hypochlorite de sodium (NaOCl) 1% plus Tween 80 respectivement pendant 3 mn et 5 mn. Après la stérilisation, les graines de *Striga* ont été rincées au moins trois fois à l'eau distillée stérile avant d'être conditionnées avec l'eau distillée stérile. L'ensemble a été incubé à 28°C pendant 8 jours.

Les graines de sorgho ont été désinfectées à l'hypochlorite de sodium NaOCl à 1% pendant 15 mn. Elles ont ensuite été rincées au moins 3 fois avec de l'eau distillée stérile. Les graines désinfectées ont été transférées dans des boîtes de Petri (9 cm ø) contenant du papier filtre humidifié. Les boîtes ont été scellées et l'ensemble a été incubé à la température ambiante du laboratoire (20°C - 30°C) pendant 24 h à l'issue desquelles des plantules de sorgho sont obtenues.

Un millilitre de la solution constituée d'eau distillée stérile et de graines de *Striga* conditionnées a été pipeté puis déposé dans une boîte de Petri (9 cm ø). Le milieu de culture gélosé (Agar 0,7%) stérilisé et refroidi à 50 °C environ, a été coulé dans la boîte de Petri contenant la préparation des graines de *Striga* de manière à obtenir une distribution homogène des graines au fond de la boîte. Les radicules de 2 plantules vigoureuses de sorgho ont été enfouies dans le milieu gélosé solidifié en position opposée. Les boîtes de Petri contenant les graines de *Striga* et les plantules de sorgho ont été scellées et incubées à 28°C pendant 72 h. Après l'incubation, chaque boîte de Petri a été observée sous une loupe binoculaire pour visualiser les graines de *Striga* germées. Pour chaque test, trois boîtes de Petri ont été utilisées par lignée mutante ou variété de sorgho et le test a été répété trois fois dans les mêmes conditions.

Pour l'évaluation des variétés et des lignées mutantes de sorgho en conditions de serre, une infestation artificielle des pots avec des graines de *S. hermonthica* a été réalisée selon la méthode de MARLEY *et al.* (1999) qui permet d'avoir un taux d'infestation de 5 x 10³ graines de *S. hermonthica*/pot. Chaque

variété a été semée en raison de quatre grains/pot puis démarquée à 2 plants, 21 jours après le semis (JAS). Chaque pot a constitué une répétition et les pots ont été disposés en bloc de Fisher complètement randomisés à 4 répétitions. Les pots ont été arrosés toutes les 48 h en raison de 2l/pot.

Pour l'évaluation des variétés et lignées mutantes de sorgho dans les conditions du champ, les poquets ont été artificiellement infestés au moment du semis avec les graines de *Striga hermonthica*. Chaque variété ou lignée de sorgho a été semée sur des lignes de 2 m de longueur et 0,33 m entre les poquets de semis. Le semis a été réalisé à 5 grains par poquet et puis démarqué 21 JAS à 3 plants par poquet. Un sarclage à la daba a été réalisé 14 et 30 JAS pour contrôler les mauvaises herbes. À l'exception des plants de *S. hermonthica*, les autres adventices ont manuellement été arrachées durant le cycle du sorgho à partir de 30 JAS. Les panicules du sorgho ont été protégées par des enveloppes d'autofécondation avant l'épiaison afin d'éviter des pollinisations croisées. Le dispositif expérimental a été un bloc de Fisher complètement randomisé à quatre répétitions.

Observations

Pour chaque boîte de Petri du test gel Agar, la Distance Maximale de Germination (DMG) qui est la distance (en cm) la plus grande entre la racine de la culture et la graine de *Striga* en germination est mesurée par rapport à chaque plantule de sorgho. Les plantules de sorgho sont classées comme faibles productrices de stimulant de germination si la DMG est inférieure à 1 cm et grandes productrices de stimulant si la DMG est supérieure ou égale à 1 cm.

Les variables mesurées pour le criblage en serre sont : le délai d'émergence du plant de *Striga*, le nombre de plants de *Striga* émergés 60 et 90 JAS, la biomasse sèche du *Striga* à la récolte du sorgho, le poids des panicules et des grains du sorgho.

Sur chaque ligne de semis au champ, le délai d'émergence du plant de *Striga*, le nombre de plants de *Striga* émergés 60 et 90 JAS sont les variables mesurées.

Analyse statistique des données

L'analyse statistique des données a été effectuée à l'aide du logiciel GenStat 10.3. L'ANOVA suivie de la comparaison des moyennes pour chaque variable selon le test de Fisher au seuil de 5% ont été réalisées.

Résultats

Capacité des plantules des lignées mutantes ou variétés de sorgho à produire le stimulant de germination des graines de *Striga hermonthica*

Les moyennes de la distance maximale de germination (DMG) des graines germées de *Striga* sont présentées dans le tableau I. Les moyennes DMG inférieures à 1 cm ont été obtenues avec les plantules de neuf lignées mutantes qui sont donc classées comme faibles productrices de stimulant de germination des graines de *Striga*. Les autres sont considérées comme fortes productrices de stimulant. L'ANOVA a montré l'existence d'une différence significative ($P < 0,001$) entre les lignées mutantes ou variétés de sorgho par rapport aux taux de germination des graines de *Striga* enregistrés dans les conditions de gel Agar. Le taux le plus élevé (13,15%) été enregistré avec la lignée mutante Sb3609-1. Ce taux est statistiquement équivalent à ceux obtenus avec 23 autres lignées mutantes et quatre variétés. Les variétés ICSV 1049, Framida et SRN39 n'ont induit aucune germination des graines du *Striga* (tableau I).

Tableau I. Distance moyenne maximale de germination et pourcentages de germination des graines de *Striga hermonthica in vitro* en fonction des lignées mutantes et variétés de sorgho..

Lignées/Variétés de sorgho	DMG (cm)	% de germination des graines de <i>Striga</i>
Sb3609-1	2,32	13,15a
Sb4161-1	2,08	7,14abc
Sb3415-1	1,88	11,12ab
Sb3760-1	1,88	12,98a
Sb4607-1	1,82	6,84abc
Sariaso 14	1,76	5,95abc
Sb4692-1	1,76	5,42abc
Sb4105-1	1,75	6,80abc
Sb2571-2	1,74	8,86abc
Sb0398-1	1,65	7,22abc
Sb2311-1	1,63	5,14abc
Sb3814-1	1,53	10,00abc
Sb3763-1	1,48	6,49abc
Sb3042	1,44	3,76abc
Sb0457-2	1,37	4,80abc
Grinkan	1,32	4,32abc
Sb2246-1	1,27	5,12abc
Sb4258-1	1,26	9,12abc
Sb4410-1	1,26	7,30abc
Sb3267-1	1,21	7,04abc
Sb3914-2	1,21	5,71abc
Sb0575-1	1,15	2,59bc
Sb0118-1	1,12	2,99abc
Sb3362-1	1,11	1,95bc
Sb1453	1,05	4,27abc
BTX 623	0,98	2,32bc
Sb3105-2	0,93	3,57abc
Sb1766-1	0,88	3,82abc
Sb2854-2	0,83	5,93abc
Sb2363-1	0,72	1,79bc
Sb2250-1	0,58	3,65abc
Macia	0,52	1,95bc
Sb0937-1	0,51	1,05bc
Sb3963-1	0,45	1,74bc
Sb1557-1	0,44	1,95bc
ICSV 1049	0,34	0,90bc
Framida	0,00	0,00c
SRN39	0,00	0,00c
M	11,95	5,13
F Pr	<0,001	<0,001
CV	78,7	115
LSD	8,724	5,469

NB: Les moyennes suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 % selon le test de Fischer.

Etat d'infestation des lignées mutantes et des variétés de sorgho par *Striga hermonthica* dans les conditions de la serre

Le délai d'émergence du *Striga* dans les pots a varié entre 29 et 51 JAS. Deux lignées mutantes Sb 3362-1 et Sb 4607-1 et la variété ICSV1049 ont induit des dates d'émergences supérieures ou égales à 50 JAS (tableau II). L'ANOVA a révélé l'existence d'une différence significative entre les lignées et les variétés par rapport au nombre de *Striga* 60 JAS ($P < 0,034$), 90 JAS ($P < 0,014$), et entre les poids de panicules ($P < 0,001$) et de grains ($P < 0,001$) (tableau II). En effet, le nombre de plants de *Striga* émergés 60 JAS dans les pots de la lignée mutante Sb 3609-1 (94 plants/pot) a été plus élevé que ceux enregistrés avec les 30 autres lignées mutantes et 4 variétés. Parmi les lignées mutantes, Sb 2311-1 a été la moins infestée 60 JAS (5 plants/pot) et 90 JAS (10 plants/pot). La forte infestation a été observée 90 JAS avec la lignée Sb 2250-1 (192 plants/pot) et cinq autres lignées mutantes. Concernant la biomasse sèche de *Striga*, la biomasse inférieure ou égale à 5 g a été relevée avec neuf lignées mutantes et 6 variétés. S'agissant de la production du sorgho, la production de 17 lignées mutantes et des sept variétés n'a pas été totalement affectée par l'attaque du *Striga*. Le rendement grain de trois variétés ICSV1049, SRN39 et Framida a été significativement le plus élevé (tableau II).

Etat d'infestation des lignées mutantes et des variétés de sorgho par *Striga hermonthica* dans les conditions naturelles

Les moyennes indicatives de la résistance ou la sensibilité du sorgho au *Striga* suite aux deux évaluations au champ sont consignées dans le tableau II. Aucune différence significative n'a été montrée entre les lignées mutantes et les variétés de sorgho par rapport aux moyennes du nombre de plants de *Striga* dénombrés 60 JAS en 2014 ($P < 0,15$) et 2015 ($P < 0,074$), à 90 JAS en 2015 ($P < 0,32$). Le délai d'émergence du *Striga* en 2014 ($P < 0,031$) et 2015 ($P < 0,004$) et le nombre de plants de *Striga* émergés 90 JAS en 2014 ($P < 0,001$) sont significativement différents selon les variétés/lignées. En 2014, les variétés mutantes Sb0937-1, Sb3105-2 et Sb2311-1 ont montré par ordre décroissant une émergence tardive du *Striga* qui est intervenue à environ 30 JAS. En 2015, les lignées Sb0937-1, Sb1766-1, Sb3105-2, Sb3267-1, Sb3415-1, Sb3914-2, Sb3963-1 et Sb4692-1 ont retardé l'émergence du *Striga* à environ 120 JAS. En 2014, les plus faibles nombres de plantules de *Striga* ont été observés 90 JAS sur les lignées Sb 3362-1, Sb0937-1 et Sb3105-2.

Tableau II. Moyennes des variables mesurées sur le *Striga* et le sorgho dans les conditions de la serre.

Lignées/ Variétés de sorgho	Emerg <i>Striga</i> (JAS)	Nombre <i>Striga</i> 60 JAS	Nombre <i>Striga</i> 90 JAS	Biomasse sèche <i>Striga</i> (g)	Poids panicules sorgho (g)	Poids grains sorgho (g)
Sb 3609-1	38,00	93,67 a	62,33bcdefghij	5,73	0,400ef	0,330f
Framida	42,67	92,33 a	49,67bcdefghij	6,91	9,937a	8,410a
Sb 3042	33,00	80,33 ab	104,33abcde	5,01	0,000f	0,000f
Sb 2246-1	41,00	77,00 abc	90,33bcdefgh	4,94	0,640def	0,550def
Sb 1453	31,00	68,33 abcd	79,67bcdefghij	5,32	1,907cdef	1,320def
Sb 4410-1	38,00	63,67 abcde	75,67bcdefghij	9,54	0,720def	0,530ef
Sb 3963-1	39,33	59,67 abcdef	117,00ab	7,2	0,500def	0,387f
Sb 3763-1	37,00	54,00 abcdefg	48,00bcdefghij	4,96	0,000f	0,000f
Sb 3760-1	33,33	49,33 abcdefg	74,67bcdefghij	8,62	0,000f	0,000f
TX 623	36,00	47,67 abcdefg	71,00bcdefghij	2,84	3,250cdef	2,467def
Sb 2250-1	39,33	46,67 abcdefg	161,67a	7,98	0,313ef	0,227f
Sb 3914-2	42,00	46,67 abcdefg	102,67abcdef	6,42	0,763def	0,630def
Sb 2854-2	37,67	44,33 abcdefg	56,00bcdefghij	3,13	0,240ef	0,180f
Sariasso 14	42,67	43,67 abcdefg	89,67bcdefgh	3,91	4,773bc	3,317bde
Sb 0398-1	32,33	41,67 abcdefg	106,67abcd	9,2	0,000f	0,000f
Sb 4258-1	29,00	38,67 bcdefg	58,00bcdefghij	5,77	0,270ef	0,187f
Sb 2363-1	39,00	38,33 bcdefg	29,33ghij	9,37	0,000f	0,000f
Grinkan	47,33	31,00 bcdefg	33,33efghij	4,71	3,420cdef	2,347def
Macia	37,67	27,67 cdefg	98,67abcdefg	4,77	0,940def	0,780def
Sb 4161-1	41,00	26,67 cdefg	41,33cdefghij	7,23	0,000f	0,000f
Sb 0937-1	41,67	26,00 cdefg	44,67cdefghij	7,57	0,000f	0,000f
Sb 1766-1	37,00	25,67 cdefg	42,67cdefghij	7,25	0,000f	0,000f
Sb 3105-2	34,67	24,67 cdefg	34,67efghij	5,7	0,000f	0,000f
Sb 2571-2	37,00	24,67 cdefg	110,67abc	7,67	0,457ef	0,030f
Sb 1557-1	33,67	22,67 defg	36,00defghij	2,68	0,000f	0,000f
Sb 3814-1	33,00	22,00 defg	88,33bcdefghi	3,48	4,070cd	3,363bd
Sb 4105-1	40,00	21,33 defg	43,00cdefghij	9,24	0,450ef	0,320f
Sb 0118-1	42,67	20,00 defg	53,67bcdefghij	5,69	1,100def	0,837def
Sb 3267-1	39,00	18,33 defg	26,67hij	4,69	1,610cdef	1,237def
Sb 0575-1	32,00	16,33 defg	37,67defghij	2,29	0,000f	0,000f
Sb 3415-1	40,67	15,67 efg	36,00defghij	7,24	1,633cdef	1,270def
Sb 0457-2	34,33	15,00 efg	31,67fghij	8,33	0,430ef	0,380f
Sb 4607-1	49,67	12,67 efg	26,67hij	7,44	0,000f	0,000f
Sb 4692-1	46,33	12,67 efg	30,00ghij	11,17	3,590cde	2,797def
Sb 3362-1	50,67	9,67 fg	17,33ij	5,57	0,150ef	0,000f
SRN39	49,67	6,67 g	24,67hij	3,52	7,727ab	6,013ab
Sb 2311-1	32,00	5,33 g	9,67j	5,31	0,523def	0,283f
ICSV 1049	50,33	4,00 g	26,67hij	4,72	17,413	14,79 a
M	38,99	36,18	59,75	6,14	1,77	1,39
F Pr	0,031	0,004	0,150	0,074	0,001	0,320
CV	20,5	89,3	73,3	56,8	124,6	124,7
LSD	13,769	52,55	71,23	5,673	3,588	2,829

NB : Dans une même colonne, les valeurs suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% selon le test de Fischer.

Tableau III. Le délai moyenne d'émergence, le nombre moyen (Nb) de plants de *Striga* 60 et 90 JAS, 2014-2015, Kouaré

Variétés/lignées de sorgho	Emerg <i>Striga</i> (JAS)		Nb <i>Striga</i> 60 JAS		Nb <i>Striga</i> 90 JAS	
	2014	2015	2014	2015	2014	2015
Sb0937-1	70,50a	120,00a	0,50	0,00	10,30de	3,33
Sb3105-2	63,50ab	120,00a	3,80	0,66	28,50cde	0,00
Sb2311-1	57,75abc	56,33 bcdef	5,00	0,00	71,80bcde	6,00
Sb3963-1	53,00bcde	120,00a	15,50	0,33	72,30bcde	0,33
BTX 623	53,00bcde	97,00abcd	2,50	0,66	141,00abcde	1,00
Sb3609-1	51,75bcde	94,67abcd	7,50	0,33	98,50bcde	3,00
Sb4105-1	50,25bcdef	98,00abc	6,80	6,00	114,00bcde	2,00
Sariaso 14	49,75bcdef	50,00cdef	3,50	0,00	186,20abcde	10,33
Sb1766-1	49,25cdef	120,00a	3,80	0,66	68,50bcde	4,33
Sb3763-1	49,00cdef	70,67abcdef	6,20	2,00	168,00abcde	3,66
Sb3914-2	48,50cdef	120,00a	6,50	0,00	69,30bcde	0,00
Sb3760-1	48,25cdef	96,00abcd	18,50	0,33	156,50abcde	1,66
Sb0118-1	47,75cdef	100,00abc	9,50	3,33	83,30bcde	15,33
Sb1453	47,75cdef	77,33abcdef	10,00	1,66	146,80abcde	0,66
Sb4258-1	47,75cdef	95,67abcd	5,20	0,33	82,50bcde	0,66
Sb0575-1	47,50cdef	102,00ab	6,20	0,00	62,80bcde	0,00
Sb4161-1	47,50cdef	81,00abcdef	10,80	0,66	169,00abcde	2,00
Grinkan	47,00cdef	54,33 bcdef	6,80	0,66	150,00abcde	3,00
Sb2246-1	47,00cdef	69,00bcdef	15,50	4,00	238,80ab	2,33
Framida	46,50cdef	47,00def	11,20	2,33	174,80abcde	9,66
Sb1557-1	46,50cdef	96,67abcd	7,00	1,00	72,30bcde	0,00
Sb3267-1	46,50cdef	120,00a	11,20	0,00	119,50bcde	0,00
Sb3042mut	45,00cdef	99,33abc	18,50	0,33	191,20abcd	0,00
Sb4607-1	44,50cdef	76,67abcdef	7,50	1,00	93,80bcde	3,00
Sb2250-1	44,25cdef	35,33ef	19,00	0,33	213,80abc	1,66
Sb2854-2	44,25cdef	31,33f	9,80	0,66	177,00abcde	3,33
ICSV 1049	43,50def	82,33abcde	15,80	0,00	148,80abcde	1,00
Sb2571-2	43,50def	71,33abcdef	9,20	3,33	123,80bcde	6,33
Sb0398-1	43,50def	68,67bcdef	6,20	4,66	108,30bcde	1,33
Sb3814-1	42,25def	69,67abcdef	33,8	1,00	185,50abcde	0,00
Sb4692-1	42,25def	120,00a	4,00	0,00	62,00bcde	1,00
Sb3415-1	41,75def	120,00a	11,00	0,00	228,80ab	2,00
Sb4410-1	40,50ef	66,00bcdef	29,80	0,66	329,00a	3,00
Sb0457-2	40,25ef	72,33abcdef	17,20	1,33	196,80abcd	0,66
Sb3362-1	54,75bcd	/	0,00	/	1,30e	
Sb2363-1	50,50bcdef	/	9,00	/	194,80abcd	
SRN39	43,50def	/	7,50	/	83,30bcde	
Macia	40,50ef	/	41,80	/	572,80	
M	47,84	85,8	10,8	1,11	142,00	3,08
F Pr	0,031	0,004	0,15	0,074	0,001	0,32
CV	20,5	36,3	142,8	190,7	94,7	36,1
LSD	13,769	50,79	21,7	3,443	188,3	10,547

NB : Dans une même colonne, les valeurs suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% selon le test de Fischer

Discussion

La faible production de stimulant de germination des graines du *Striga hermonthica* observée *in vitro* avec 5 variétés et 8 lignées mutantes leur confère une faculté de résistance à la plante parasite. En effet, OMANYA *et al.* (2001) soulignent que l'utilisation du test gel-Agar comme méthode de sélection indirecte de variétés pour leur faible stimulation de la germination des graines de *Striga* est une composante importante de la résistance du sorgho contre *Striga*. La non germination des graines du *Striga in vitro* en présence des plantules des variétés ICSV 1049, Framida et SRN39 peut être expliquée par les résultats des travaux de MOHEMED *et al.* (2016). Il en est ressorti que les exsudats racinaires de SRN39 contiennent deux types de sorgolactones : de 5-désoxystrigol en faible quantité et d'orobanchol en grande quantité. L'existence d'une corrélation négative a été montrée entre la quantité d'orobanchol et le nombre de plants de *Striga* émergés. Celle de Sb0937-1 et Sb3105-2 a été confirmée lors des évaluations au champ par une faible émergence du *Striga*.

En serre, les variétés ICSV 1049, SRN39 et la lignée Sb 2311-1 ont induit les plus faibles nombres de plants de *Striga* 60 JAS. En plus Sb2311-1 a engendré le plus faible nombre de plants de *Striga* 90 JAS. Ainsi, Sb2311-1 serait la lignée mutante qui a montré plus d'habileté de résistance en conditions de serre. Les poids élevés des panicules ainsi que des grains des variétés ICSV 1049, Framida, SRN39 et Sarioso 14 pourraient s'expliquer par le fait qu'elles sont déjà adaptées aux conditions climatiques du milieu. En plus, des études antérieures ont montré que ces variétés sont résistantes au *S. hermonthica* (DEMBELE et SIDIBE, 2009 ; MOHAMED *et al.*, 2010). Dans la présente étude, la variété Framida étant fortement infestée 60 JAS (92 plants/pot), serait considérée tolérante au *Striga*. Cette manifestation de tolérance a été observée par MOHEMED *et al.*, 2016 sur les génotypes Mogud et Wadbaco de sorgho qui, malgré une forte densité de *S. hermonthica*, ont donné des rendements grains plus élevés que ceux de la variété SRN39 utilisée comme résistante. Les faibles poids des panicules et des grains des lignées mutantes pourraient être expliqués par le fait qu'en conditions de serre, la tige principale de nombreuses lignées a séché sous l'effet du *Striga* et des talles ont émergé dont la fructification a donné des panicules munies des grains matures. CHANTEREAU *et al.* (2013) ont souligné que le tallage chez le sorgho est une variable d'ajustement de leur rendement aux disponibilités du milieu et contribue à la stabilité de la production.

Dans les conditions naturelles du champ, l'infestation artificielle et le nombre élevé de répétitions, constituent des outils améliorés et efficaces d'évaluation directe de la résistance au *Striga* (OMANYA *et al.*, 2001). L'émergence tardive du *Striga* sur les lignées mutantes Sb0937-1 et Sb3105-2 en 2014 a été associée à un faible nombre de plants de *Striga* émergés 90 JAS. Ceci constitue un avantage comparatif pour la croissance et le développement végétatifs des plants de ces lignées qui ont atteint au moins le stade de montaison sans la présence du parasite. En 2015, ces 2 lignées (Sb0937-1, Sb 3105-2) avec six autres ont retardé l'émergence du *Striga* à 120 JAS. Sur les moyennes dérivées des deux campagnes d'expérimentation, une émergence tardive couplée avec les plus faibles nombres de plants du *Striga* 90 JAS ont été enregistrés avec les lignées mutantes Sb0937-1 et Sb3105-2 qui se sont positivement démarquées de trois variétés résistantes témoins (Framida, ICSV 1049, SRN39) ou une tolérante (Sarioso14) au *Striga*. La présence d'un faible nombre de plants de *Striga* sur son hôte jusqu'à 90 JAS, pourrait être moins nocif à la culture comparativement à un nombre élevé. Le délai d'émergence du *Striga* considéré tardif dans

cette étude a été plus élevée que celui (42 JAS) observé au Cameroun par LAWANE *et al.*, 2010 sur des variétés améliorées de sorgho. Il est encore plus tardif que celui (entre 57 et 58 JAS) relevé dans les savanes tchadiennes avec les variétés 2009TZEE-W-STR et 2009TZE-DT STR de maïs (NAITORMMBAIDE *et al.*, 2015) à l'issue du criblage de 6 variétés. La première émergence du *Striga* a été observée environ 70 JAS sur des variétés de maïs testées en zone de savane au Nord de la Côte-d'Ivoire (AKANVOU *et al.*, 2006). Selon NAITORMMBAIDE *et al.* (2015), le retard de germination du *Striga* observé sur des variétés de maïs constitue un avantage exploitable dans une perspective de sécurisation des productions agricoles dans le contexte actuel de changement climatique. Plus l'émergence du parasite est tardive avec une variété, plus cette variété gagne en vigueur et peut plus ou moins résister ou supporter l'attaque du *Striga*. Sur la base de ces résultats, les lignées Sb0937-1, Sb3105-2 et Sb2311 seraient les plus résistantes parmi les lignées mutantes testées. Ces résultats sont comparables à ceux obtenus par MOHEMED *et al.* (2016) qui, à l'issue d'une évaluation de six génotypes de sorgho au champ à l'Est du Soudan, ont considéré SRN39 comme variété résistante du fait du faible nombre de plants de *Striga* émergés. Ainsi, YAGOUB *et al.* (2014) après avoir constaté l'infestation par le *Striga*, des racines de tous les six cultivars de sorgho testés en serre au Soudan, ont souligné qu'aucun de ces cultivars ne présentait un mécanisme de résistance vraie. Par contre, le cultivar S3 a induit de faibles émergences et croissances du *Striga* et aucune diminution significative de la biomasse du sorgho n'a été observée (YAGOUB *et al.*, 2014). Le cultivar 'Manaseer' a eu une croissance soutenue malgré une forte infestation de *Striga*. Le repérage des mutants intéressants demande l'examen d'un grand nombre de plantes (HOUSE, 1987 ; CHANTEREAU *et al.*, 1997). Le mutant Sb3609-1 s'est révélé *in vitro* comme grand producteur de stimulant de germination (DMG=2,32 cm) avec le pourcentage de germination le plus élevé. En conditions naturelles du champ, l'émergence la plus précoce ainsi que le nombre de *Striga* le plus élevé ont été enregistrés sur cette lignée. Ainsi, la lignée Sb3609-1 pourrait être considérée comme un témoin de référence pour la sensibilité du sorgho au *S. hermonthica*.

Les lignées mutantes ont été créées dans des conditions environnementales similaires à celles des pays tempérés. Ainsi, les faibles poids des panicules et des grains des lignées mutantes pourraient être dus à des problèmes d'adaptations et à l'effet du photopériodisme qui est probablement survenue lors de l'expérimentation en serre, conduite durant la période sèche et chaude au Burkina Faso.

Conclusion

Cette évaluation nous a permis d'identifier des lignées mutantes de sorgho ayant de potentialités de résistance à *S. hermonthica*. Les mutants Sb 0937-1 et Sb 3105-2 seraient des lignées d'élites pour leur faible production de stimulant de germination des graines du *Striga* et de faibles taux de germination induits. Les émergences les plus tardives du *Striga* ont été observées sur ces deux lignées qui se sont révélées plus intéressantes dans la gestion du *S. hermonthica* dans les champs infestés, comparées aux variétés utilisées comme témoins de résistance ou de tolérance au parasite. Pour mieux cerner la résistance et la vigueur du sorgho, d'autres tests seront nécessaires afin d'aboutir à la promotion de ces lignées mutantes auprès des producteurs pour une production efficiente et durable du sorgho au Burkina Faso.

Remerciements

Nous adressons nos sincères remerciements à l'Université de Purdue pour l'approvisionnement des graines des lignées mutantes de sorgho et le Programme de Productivité Agricole en Afrique de l'Ouest (PPAAO) pour la contribution au financement de cette étude. Aussi nous manifestons notre profonde gratitude à M. Idani Adamou pour sa contribution à la conduite et à la collecte des données sur les essais au champ à Kouaré.

Références bibliographiques

- AKANVOU L., AKANVOU R. et TOTO K., 2006.** Effets des variétés de maïs et de légumineuses dans la lutte contre *Striga hermonthica* en zone de savane en Côte d'Ivoire. *Agronomie Africaine*, 18(1) : 13–21.
- BOUSSIM I. J., YONLI D., GUINKO S., SALLE G., 2011.** Etat d'infestation, connaissance endogène et approche systématique des espèces du genre *Striga* au Burkina Faso. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 5(4): 1374–1386.
- BOUSSIM I. J., 2002.** Les phanérogames parasites du Burkina Faso : inventaire, taxonomie, écologie et quelques aspects de leur biologie. Cas particulier des *Loranthaceae*, parasites du karité. Université de Ouagadougou, Burkina Faso, 301 p.
- CHANTEREAU J., CRUZ, J.-F., RATNADASS A. et TROUCHE G., 2013.** Le sorgho. *Agricultures tropicales en poche* (Claire Par). Versailles Cedex, France, 245 p.
- CHANTEREAU J., TROUCHE G., LUCE C., DEU M. et HAMON P., 1997.** Le sorgho. In *L'amélioration des plantes tropicales*, CIRAD, ORSTOM (Repères), Montpellier, France : 565–590.
- CTA., 2008.** Comment lutter contre *Striga* et les foreurs de tige du maïs (2). Collection Guides pratiques du CTA N° 2, Wageningen, Pays-Bas, 6 p.
- DEMBELE B. et SIDIBE A., 2009.** Promotion des variétés de sorgho résistantes au *Striga* pour réduire les crises alimentaires dans la zone sahélienne Burkina Faso, Mali, Sénégal : guide de formation en lutte participative contre le striga dans le système de culture à base de sorgho. IER, USAID, CORAF/WECARD, 27p.
- GRESSEL J., HANAFI A., HEAD G., MARASAS W., OBILANA A. B., OCHANDA J. and TZOTZOS G., 2004.** Major heretofore intractable biotic constraints to African food security that may be amenable to novel biotechnological solutions. *Crop Protect.*, 23 : 661–689.
- HESS D. E., EJETA G. and BUTLER L. G., 1992.** Selecting sorghum genotypes expressing a quantitative biosynthetic trait that confers resistance to *Striga*. *Phytochemistry*, 31: 493–497.
- HOUSE L. R., 1987.** Manuel pour la sélection du sorgho. Deuxième édition, International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics, Patancheru, Inde, 229 p.
- KAMBOU G., OUEDRAOGO O., SOME N. et OUEDRAOGO S., 2003.** Effets d'extraits de gousses de néré, *Parkia biglobosa* (Jacq.) R. Br. ex G. Don, sur la germination du *Striga hermonthica* (Del.) Benth du maïs. In *Maize revolution in West and Central Africa. Proceedings of a Regional Maize Workshop*, IITA- Cotonou, Benin Republic: 293–302.
- LAWANE G., SOUGNABE S. P., LENDZEMO V., GNOKREO F., DJIMASBEYE N. & NDOUTAMIA G., 2010.** Efficacité de l'association des céréales et du niébé pour la production de grains et la lutte contre *Striga hermonthica* (Del.) Benth. In *Savanes africaines en développement : innover pour durer*, Garoua, Cameroun : 1-8.
- MARLEY P. S., AHMED S. M., SHEBAYAN J. A. Y. and LAGOKE S. T., 1999.** Isolation of *Fusarium oxysporum* with potential for biocontrol of the witchweed in the Nigerian savanna. *Biocontrol Science and Technology*, 9 : 159–163.
- MOHAMED A. H., HOUSLEY T. L. and EJETA G., 2010.** An *in vitro* technique for studying specific *Striga* resistance mechanisms in sorghum. *African Journal of Agricultural Research*, 5(14): 1868–1875.

- MOHEMED N., CHARNIKHOVA T., BAKKER E. J., AST A. VAN, BABIKER A. G. and BOUWMEESTER H. J., 2016.** Evaluation of field resistance to *Striga hermonthica* (Del.) Benth. in *Sorghum bicolor* (L.) Moench. The relationship with strigolactones. *Pest Manag Sci*, 72, 2082–2090. <http://doi.org/10.1002/ps.4426>.
- OMANYA G. O., HAUSSMANN B. I. G., HESS D. E., WELZ H. G. and GEIGER H. H., 2001.** Screening methodologies for resistance of sorghum to the parasitic weed *Striga hermonthica*. 7th International Parasitic Weed Symposium : 170–173.
- TRAORE H., HESS D. E., HOFFMANN G., SON G. A. and SALLE G., 2001.** Use of Hand-weeding and herbicides to control *Striga hermonthica* in Burkina Faso. *African Crop Science Journal*, 9(4): 645–653.
- TRAORE H., YONLI D., DIALLO D. and SEREME P., 2011.** Suicidal Germination of *Striga hermonthica* (Del.) Benth. by Cotton, Cowpea and Groundnut Genotypes in Burkina Faso. *Int. J. Agric. Res.*, 6(1): 49–57.
- YAGOUB S. O., HASSAN M. M., GANI M. E. A. and BABIKER E. A. G. E., 2014.** Screening Sorghum for Resistance to *Striga Hermonthica* (Del.) Benth. *Nova Journal of Medical and Biological Sciences*, 3(3): 1–5.
- YONLI D., 2006.** Lutte intégrée contre *Striga hermonthica* (Del.) Benth. combinant la lutte biologique à base de *Fusarium* spp. avec certaines pratiques culturales au Burkina Faso. Université de Ouagadougou, Burkina Faso, 192 p.
- YONLI D., TRAORE H., HESS D. E., ABBASHER A. A. and BOUSSIM I. J., 2004.** Effect of Growth Medium and Method of Application of *Fusarium oxysporum* on Infestation of Sorghum by *Striga hermonthica* in Burkina Faso. *Biocontrol Science and Technology*, 14(4): 417–421.
- YONLI D., TRAORE H., HESS D. E., ABBASHER A. A., SEREME P. and SANKARA P., 2005.** Biological control of witch weed in fields of Burkina Faso using isolates of *Fusarium oxysporum*. *African Crop Science Journal*, 13(1) : 41–47.
- ZOMBRE P. N. et NIKIEMA S., 1992.** Importance et effet de *Striga hermonthica* (Del.) Benth. sur la production du sorgho en zone Nord soudanienne du Burkina Faso : Cas de Linonghin. *Revue du Réseau Pour l'Amélioration de la Productivité Agricole en Milieu aride*, 4 :103–112.